

食用含砷牡蛎的致癌风险评估

郭 浩 然

台湾台南市国立成功大学医学院环境医学研究所

风险评估是基于某些假设而进行的，但很多人对这一点往往认识不够。为了避免误解，在介绍评估结果之前需要先把这些假设的前提说清楚。最近，一份关于食用牡蛎的致癌风险评估报告在台湾消费者中引起了恐慌，并对相关产业造成了严重影响。一组研究人员检测了台湾牡蛎的含砷量，并因此进行了致癌风险评估。其研究结果发表在一份国际刊物上，指出如果一个人连续30年以最大食用量(139g/天)食用含砷量最高(19.3ug/g干重)的牡蛎的话，其终身患癌症的几率约为 5.10×10^{-4} 。台湾的一家报纸翻译并发表了该研究结果的一部分，着重强调了其致癌几率比美国环保总署认为的可接受值要高出500多倍。结果导致消费者不再购买牡蛎，相关产业因而遭受惨重损失。报纸对风险评估时关键假设的忽略和只有在极端情况下才会具有的风险导致了这次不幸事件的发生。这件事说明了在阐述风险评估时准确表达结果的重要性。

关键词：砷 癌症 风险评估 牡蛎

Environ Health Perspect 110: 123 - 124

<http://ehpnet1.niehs.nih.gov/docs/2002/110p123-124guo/abstract.html>

风险评估是基于某些假设的前提而进行的。在报告评估结果时，应该将这一点阐述清楚，并认真审查其有效性，以免造成误解和对社会不必要的负面影响。最近，台湾一件因牡蛎致癌风险评估而引起的事件说明了沟通不良可能具有的破坏性。1991至1998年间，一组参加国际蚌类监测委员会(International Mussel Watch Committee, IMC)亚太地区蚌类监测工作(Asia/Pacific Mussel Watch, APMW)的研究人员检测了台湾地区海产品中金属和杀虫剂的含量(1)。他们从12个产地采集了牡蛎(*Crassostrea gigas*)样本，发现其中砷的含量很高。基于这些检测结果和一项对台北居民饮食情况的问卷调查结果，研究人员估算出牡蛎中的砷能导致致癌风险可能高达 5.10×10^{-4} (2, 3)，比美国环保局(EPA)公布可接受的癌症发病率高出500多倍(4)。

这一新的研究结果发表后数月，台湾的一家报纸翻译了其中的部分内容，并在报纸的醒目位置给出大标题：“英国科学杂志揭露台湾牡蛎的致癌风险是美国标准的500倍(5, 6)”。结果，大部分消费者不再购买牡蛎，其价格和销量直线下跌。由于牡蛎是台湾人最常食用的水生贝类中最常见的一种，这导致了相关产业遭受重大损失，很多人的生计受到了影响(7, 8)。在产业界和当地政府的强烈指责下，研究人员在主要媒体上露

面，强调说这一致癌风险是基于极端食用量而计算出来的，报纸的报道对这一点没有说清楚(6, 9)。不仅如此，很多高层人士，包括行政院院长在内，都在主要媒体面前吞吃了生牡蛎，以表达他们对牡蛎安全性的支持(7, 8)。但是，很多人对食用牡蛎仍然存有戒心。出于这可能是一起意图破坏台湾经济阴谋的怀疑，尽管一般人都认为毫无根据，政府部门还是对此事件进行了特别的调查(10, 11)。

报纸对风险评估中关键假设的忽略，导致了这次事件的发生。正如研究人员指出的那样，报纸没有描述这个估计值是如何求得的相关细节。实际上，这个估计值是根据一个人连续30年每天食用139g含砷量为19.3ug/g(干重)的牡蛎计算得出的。在收回的662份调查问卷中，只有一个人达到这一食用量，而且只有6个人(0.7%)的食用量超过60g/天(2)(表1)。19.3ug/g(干重)的含砷量是从马祖岛区域的牡蛎中检测到的，那里离台湾本岛大约200英里，而离大陆却很近。马祖岛市场上有很大一部分牡蛎实际上来自大陆，而这一区域养殖的牡蛎不太可能在台湾市场出现(11, 12)。

因此，即使139g/天的食用量不是一个极端值或者错误，马祖岛也只有几十个人会以这个最高摄取量食用牡蛎(13)，而且他们也不太可能这样一吃就是30年(9)。台湾含砷量最高的牡蛎(17.1ug/g干重)是

在台西地区检测到的，这里的牡蛎产量在台湾市场的占有率为1%。台湾的大部分牡蛎来自布袋区域(14)，那里牡蛎中的砷含量在检测的所有样本中是最低的(4.86ug/g干重)(4)。由于以上信息在报纸的报道(6)中没有说明，因而给读者造成了一个错误印象：大部分台湾人都在食用砷含量很高的牡蛎。

台湾学者发表的几篇相关科研论文也没有提供一些可能有助于降低民众恐慌程度的相关信息。美国环保总署的模式预测的“致癌风险”是针对皮肤癌，这是一种在大部分情况下并不致命的癌症(15)，而且模式本身也有假设的前提和不确定性(15-17)。事实上，一项事后分析显示(meta-analysis)，这个模式可能高估了低于0.27ppm的饮水含砷量的致癌风险(18)。假设以干重检测的砷含量为湿重检测值的5倍、而每人每天的饮水量为2L(2, 4)，则每天食用139g含砷量为19.3ug/g干重的最大牡蛎食用量，也只是近似于食用砷含量为0.268ppm的水。因此，这项牡蛎含砷风险评估中所有的砷暴露水平都在美国环保局模式可能高估风险的剂量范围内。

海产品中的大部分砷都是以有机物的形式存在的，其毒性要远低于以无机物形式存在的砷，有机砷通常被认为是不具有致癌性的(19)。因此，致癌风险评估是基于无机砷含量(2, 4)。原报告未检测海产品中不同种类砷的含量比例，而是根据Edmonds和Francesconi(20)的报告，假设牡蛎中砷含量的10%是以无机物的形式存在。但是10%的估计值是对海产品总体而言的，那篇报告中仅有的牡蛎的数据是来自日本的*Crassostrea gigas*，其中的砷只有1.4%是以无机物的形式存在的——是原风险评估时所用值的七分之一(20)。对另一种来自西班牙的牡蛎(*Crassostrea angulata*)的研究显示其无机砷含量为4%(21)。尽管这方面的数据很有限，但采用10%的估计值可能是偏高了。

除了最高估计，研究人员还对“典型接触人群”进行了风险评估($17.1 - 68 \times 10^{-6}$)，

但假设的食用量(18.6g/天)实际上是第91百分位的值(2),因而对90%以上的人都不适用。尽管中位数是用来代表“典型接触”的更适当选择,但90.9%的被调查者落入了最低接触组,<18.6g/天。因此,作者应对这个组作更进一步的细分统计,来找出中位数。所有以上因素都有可能导致风险被过高估计。

不仅如此,在这项研究中,从每一个地点一次采样15~20只大小相近的牡蛎(22)。尽管采取了很彻底的品质控制和保证措施(2,4),但对牡蛎中砷化物可能会随时间变化这一因素没有进行评估,这也给风险估算带来了更进一步的不确定性。同样地,食用情况调查也只在台北进行了一次,即使其结果不会随时间变化——这一点很难成立——用它来作为整个台湾地区的代表也是有问题的。在做出决定,警告公众谨慎食用某种普遍消费的食品之前,应该作更深入的调查(2)。在Edmonds和Francesconi(20)进行的研究中,来自日本的*Crassostrea gigas*中砷的平均总含量(无机砷加有机砷)为21ug/g(从4.2mg/kg干重换算得到),比台湾的12个区域中检测到的最高地区平均水平(19.3ug/g)还要高。来自西班牙的*Crassostrea angulata*中砷的平均总含量为12.20ug/g(从2.44mg/kg干重换算得到),比估算的全台湾平均水平(10.8ug/g)要高(2)。事实上,如果考虑到来自各区域的牡蛎在台湾市场的实际占有量,台湾牡蛎中砷的平均总含量应该接近7ug/g。因此,台湾牡蛎中的砷含量不是高于,而是可能低于世界上其它各地区。换句话说,如果用同样的方法对其它地区进行风险评估,在其它很多国家也会发生类似的事情。

随着检测仪器和技术的进步,在大部分食物中都能检测出多种微量有毒物质并不奇怪。因此,对现实生活中某种特定接触途径的有效性进行评估,很重要的一点就是要了解通过各种不同途径所接触到的总量。例如,在北美的成年人中,每天仅从食物中摄入的砷一般就>20ug(23),这对水中砷含量<100ug/L(摄入量为100ug/L×2L/天=200ug/天)的人群来说,占了很大的比例(>10%)。研究人员在用这些数据进行风险评估时应该十分小心,主要媒体在传播这类信息时也要非常谨慎专业。这个不幸事件说明,为了避免造成误解和公众不必要的恐慌,在进行风险评估和报道评估结果之前,应该清晰表达假设的前提条件,同时还要对现实条件加以考虑。

译自 *Environmental Health Perspectives* 110: 123~124 (2002)

表一:食用台湾含砷牡蛎导致最大终生致癌风险的前提假设

假设	事实
台湾牡蛎的含砷量为19.3ug/g	1. 含砷量为19.3ug/g的牡蛎来自马祖岛区域,那儿离台湾岛大约200英里 2. 马祖岛市场上的牡蛎有相当比例实际上来自于大陆,在这一区域养殖的牡蛎不太可能出现在台湾市场上 3. 台湾的大部分牡蛎来自于布袋区域,那儿牡蛎的含砷量(4.8ug/g)在Han et al.所研究的各区中是最低的(22)
牡蛎的食用量为139g/天	在收回的662份问卷调查中,只有一个人达到这一食用量,而且只有6个人(0.7%)的食用量超过60g/天(2)
食用量30年保持不变	几乎不会有人会保持那样高的食用量达30年
牡蛎中的砷有10%是以无机砷的形式存在的	一项研究显示,在来自日本 <i>Crassostrea gigas</i> 的牡蛎中,无机砷的含量只有1.4%

参考文献和注释

- 洪楚璋、凌永健、郑伟力、韩伯怪、黄哲崇. 国际贝类监测计划亚洲太平洋区—台湾地区之调查研究. 《科学发展月刊》26: 390~400 (1998).
- Han B-C, Jeng W-L, Chen R-Y, Fang G-T, Hung T-C, Tseng RJ. Estimation of target hazard quotients and potential health risks for metals by consumption of seafood in Taiwan. *Arch Environ Contam Toxicol* 35: 711~720 (1998).
- 韩伯怪. 台湾地区海产中污染物质与健康风险评估初探. 《生命科学简讯》13: 10~14 (1999).
- Han B-C, Jeng W-L, Hung T-C, Ling Y-C, Shieh M-J, Chien L-C. Estimation of metal and organochlorine pesticide exposures and potential health threat by consumption of oysters in Taiwan. *Environ Pollution* 109: 147~156 (2000).
- U.S. EPA. Risk-based concentration table, January-June, 1996. Philadelphia: US EPA Region 3, 1996.
- 曹以会. 英学术期刊披露台湾牡蛎致癌风险为美国标准500倍. 《中时晚报》2001, January 9.
- 崔慈悌. 牡蛎遭污染价格崩跌—农委会召开应变会议. 《工商时报》2001, January 11.
- 唐秀丽. 澄清牡蛎事件张俊雄吃蚵: 安啦! 《联合晚报》2001, January 13.
- 刘添财、杨佩君、吕理德. 牡蛎论文发表人韩柏怪: 媒体翻译以偏概全. 《中国时报》2001, January 11.
- 王已由、许素惠、崔慈悌. 牡蛎事件扯出阴谋论. 《中国时报》2001, February 2.
- 郭浩然. ‘牡蛎致癌性风险评估’事件的省思. 《中华公共卫生杂志》14: 75~79 (2001).
- 曹以会. 香山、金马牡蛎污染严重. 《中时晚报》2001, January 9.
- 郭浩然. 牡蛎致癌—有那么严重吗? 《自由时报》2001, February 2.
- 崔慈悌、陈宛琦. 渔业署: 市售牡蛎没问题—环保署: 该报告推估错误. 《中国时报》2001, January 10.
- Risk Assessment Forum. Special Report on Ingested Inorganic Arsenic: Skin Cancer, Nutritional Essentiality. U.S. EPA 625/3-87/013, Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 1988.
- Brown KG, Guo H-R, Greene HL. Uncertainty in cancer risk at low doses of inorganic arsenic. *Human Ecol Risk Assess* 3: 351~362 (1997).
- Brown KG, Guo H-R, Kuo T-L, Greene HL. a. Skin cancer risk and inorganic arsenic: uncertainty - status of risk. *Risk Analysis* 17: 37~42 (1997).
- Guo H-R, Valberg PA. The validity of US EPA's cancer risk assessment for arsenic at low level exposures: A likelihood ratio approach. *Environ Geochem Health* 19: 133~141 (1997).
- Environmental Protection Agency. Health Assessment Document for Inorganic Arsenic: Final Report. EPA Publication EPA-600/8-83-021F. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 1984.
- Edmonds JS, Francesconi KA. Arsenic in seafoods: human health aspects and regulations. *Mar Pollut Bull* 26: 665~674 (1993).
- Suner MA, Devesa V, Munoz O, Lopez F, Montoro R, Arias AM, Blasco J. Total and inorganic arsenic in the fauna of the Guadalquivir estuary: environmental and human health implications. *Sci Total Environ* 242: 261~270 (1999).
- Han B-C, Jeng W-L, Hung T-C, Jeng M-S. Copper intake and health treat by consuming seafood from copper-contaminated coastal environments in Taiwan. *Environ Toxicol Chem* 13: 775~780 (1994).
- Adams MA, Bolger PM, Gunderson. Dietary intake and hazards of arsenic. *Environ Geochem Health* 16: 41~49 (1994).